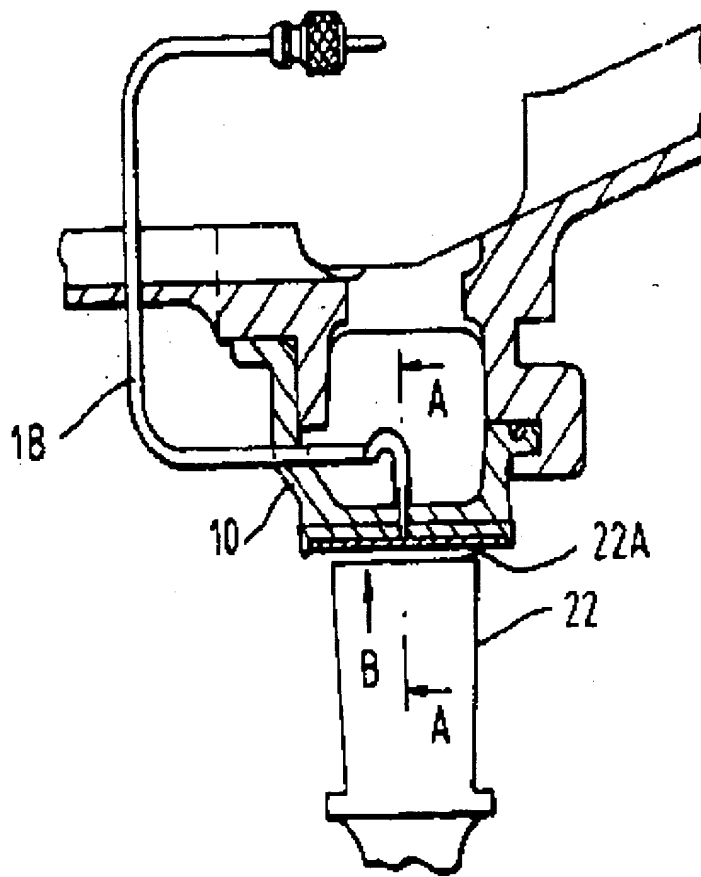


AN: PAT 1988-325602  
TI: Turbo-machine tip clearance sensor determines running clearance between casing liner and array of rotor blades using property of capacitance  
PN: GB2204693-A  
PD: 16.11.1988  
AB: The tip clearance sensor comprises a casing linear radially spaced from an array of rotor blades and an axially extending electrode provided on the linear. The electrode is insulated by a layer of insulating material whereby the axially extending electrode and array of rotor blades constitute of capacitor with a dielectric tip clearance gap. The axial length of the linear electrode exceeds that of the radially outer tips of the rotor blades to prevent axial movement of the rotor blades, under operating conditions, from affecting the capacitance of the sensor.;  
PA: (RORO ) ROLLS ROYCE LTD;  
IN: PARSONS J M;  
FA: GB2204693-A 16.11.1988; **DE3815208**-A 08.12.1988;  
FR2615248-A 18.11.1988; GB2204693-B 13.02.1991;  
US4813273-A 21.03.1989;  
CO: DE; FR; GB; US;  
IC: F01D-025/00; F02C-007/00; G01B-007/14; G01D-005/24;  
G01M-015/00;  
MC: S02-A02A;  
DC: Q51; Q52; S02;  
FN: 1988325602.gif  
PR: GB0011326 14.05.1987;  
FP: 16.11.1988  
UP: 13.02.1991

**THIS PAGE BLANK** (USPTO)



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 38 15 208 A 1

⑤1 Int. Cl. 4:  
**G01 B 7/14**  
G 01 B 7/08  
F 01 D 25/00

②1 Aktenzeichen: P 38 15 208.8  
②2 Anmeldetag: 4. 5. 88  
④3 Offenlegungstag: 8. 12. 88

Patentamt

DE 38 15 208 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
14.05.87 GB 11326/87

⑦1 Anmelder:  
Rolls-Royce plc, London, GB

⑦4 Vertreter:  
Holzer, R., Dipl.-Ing.; Gallo, W., Dipl.-Ing. (FH),  
Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

⑦2 Erfinder:  
Parsons, Jonathan Mark, Wells, Somerset, GB

⑤4 Schaufelspitzen spielraum-Fühler für Turbomaschinen

Die Erfindung betrifft einen kapazitiven Schaufelspitzen spielraum-Fühler für Turbomaschinen, mit einer Elektrode, die an der einen Laufschaufelkranz mit radialem Spielraum umschließenden Strömungskanalwand angeordnet und davon elektrisch isoliert ist, wobei diese Elektrode zusammen mit den Laufschaufeln einen elektrischen Kondensator mit dem Schaufelspitzen spielraum als Dielektrikum bilden, wobei die Elektrode sich in Richtung der Strömungsmaschinenachse über eine Axialdistanz entlang der Strömungskanalwand erstreckt, welche den Bereich der im Betrieb auftretenden axialen Schaufelspitzenauslenkungen der Laufschaufeln übersteigt, womit erreicht wird, daß die Laufschaufelspitzen unter Betriebsbedingungen die Fühlerkapazität nicht beeinträchtigen.

DE 38 15 208 A 1

## Patentansprüche

1. Kapazitiver Schaufelspitzenpielraum-Fühler für Turbomaschinen, mit einer Elektrode (16), die an der einen Laufschaufelkranz (22) mit radialem Spielraum umschließenden Strömungskanalwand (10) angeordnet und davon elektrisch isoliert (14) ist, wobei diese Elektrode zusammen mit den Laufschaufeln einen elektrischen Kondensator mit dem Schaufelspitzenpielraum als Dielektrikum bilden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrode (16) sich in Richtung der Strömungsmaschinenachse über eine Axialdistanz entlang der Strömungskanalwand (10) erstreckt, welche den Bereich der im Betrieb auftretenden axialen Schaufelspitzenauslenkungen der Laufschaufeln übersteigt.
2. Fühler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrode (16) mittels einer auf die Strömungskanalwand (10) aufgespritzten Schicht aus keramischem Material (14) elektrisch von der Strömungskanalwand isoliert ist.
3. Fühler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrode (16) auf die Strömungskanalwand (10) aufgespritzt ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schaufelspitzenpielraum-Fühler für Turbomaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Dabei bezieht sich die Erfindung insbesondere auf einen derartigen Fühler zur Bestimmung des Schaufelspitzenpielraums zwischen einer Gehäuseauskleidung und einem Laufschaufelkranz einer Turbomaschine im laufenden Zustand unter Ausnutzung der elektrischen Kapazität.

Kapazitätsmeßsonden finden bereits Anwendung zur Bestimmung des Schaufelspitzenpielraums, wobei eine verhältnismäßig kleine runde Elektrode, die an der Gehäuseauskleidung der Turbomaschine befestigt ist, einen kleinen Teil des Schaufelspitzenbereiches jeder Laufschaufel des Laufschaufelkranzes "sieht", wenn die Laufschaufelspitzen an der Elektrode vorbei umlaufen. In der Praxis tritt unter Betriebsbedingungen eine gewisse axiale Verschiebung der Laufschaufeln mit Bezug auf das Gehäuse ein, was zur Folge hat, daß die Elektrode unterschiedliche Teile der Schaufelspitzen "sieht", die unterschiedlich große Abmessungen haben können. Diese Axialverschiebung der Laufschaufeln beeinflusst daher das Kapazitätssignal. Dieser Effekt kann durch Eichen der Meßsonde für verschiedene Axialpositionen der Laufschaufeln relativ zur Gehäuseauskleidung berücksichtigt werden. Jedoch muß dazu die relative Axialposition der Laufschaufelspitzen in den einzelnen auftretenden Betriebszuständen auch tatsächlich genau bekannt sein, da sonst eine zweite Meßsonde nur für den Zweck notwendig ist, die jeweilige Axialposition der Schaufelspitzen mit Bezug auf die Gehäuseauskleidung genau zu erfassen. Alternativ dazu kann man in der Praxis allerdings auch den auftretenden Fehler einfach in Kauf nehmen oder die jeweilige Axialposition der Laufschaufelspitzen als Schätzwert vorgeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Schaufelspitzenpielraum-Fühler für Turbomaschinen zu schaffen, dessen Meßsignal von den auftretenden axialen Relativbewegungen der Laufschaufelspitzen mit Bezug auf das Gehäuse nicht beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den im Anspruch 1 gekennzeichneten Fühler gelöst.

Demgemäß erstreckt sich nach der Erfindung die Fühlerelektrode in axialer Richtung entlang der Gehäuseauskleidung über eine Längendistanz, welche die von den radial äußeren Schaufelspitzen der Laufschaufeln im Zuge von deren möglichen axialen Auslenkungen überstrichene Distanz übersteigt, so daß axiale Auslenkungen der Laufschaufelspitzen unter Betriebsbedingungen die Fühlerkapazität nicht mehr beeinträchtigen.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beispielsweise mehr im einzelnen beschrieben, in welchen zeigt:

Fig. 1 einen Axialschnitt durch die Gehäuseauskleidung einer Turbomaschine mit einem Fühler nach der Erfindung,

Fig. 2 in größerem Maßstab einen Schnitt in der Ebene A-A in Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht in der Richtung des Pfeiles B in Fig. 1, und

Fig. 4 einen Schnitt ähnlich Fig. 2 durch eine abgewandelte Fühlerausführungsform nach der Erfindung.

Gemäß den Fig. 1 bis 3 weist eine Gehäuseauskleidung 10 eine abschleifbare Verschleißschicht 12 auf, die durch eine isolierende Schicht 14 aus auf der Gehäuseauskleidung aufgespritztem Keramikmaterial umfangsmäßig unterbrochen ist.

In die isolierende Schicht ist eine Elektrode 16 eingebettet und wird über ein Koaxialkabel 18 mit einem Gleichspannungspotential beaufschlagt.

Die Laufschaufeln 22 bilden die andere Elektrode eines Kondensators und der Spalt zwischen der Elektrode 16 an der Gehäuseauskleidung und den Rotorschauflerspitzen bildet das Dielektrikum und stellt den unter Betriebsbedingungen zu messenden Schaufelspitzenpielraum dar.

Die Elektrode 16 erstreckt sich axial entlang der Gehäuseauskleidung 10 über eine Distanz, die größer ist als der von den Laufschaufelspitzen 22A im Betrieb bestrichenen Axialbereich, so daß irgendeine unter Betriebsbedingungen auftretende Axialbewegung der Laufschaufelspitzen die Kapazität des Fühlers nicht beeinträchtigt. Die axiale Länge der Elektrode 16 ist daher gleich oder größer als die axiale Länge der Laufschaufelspitzen 22 plus dem maximal möglichen axialen Bewegungsweg der Laufschaufelspitzen. Die Kapazität des Fühlers hängt demzufolge nur noch von dem radialen Schaufelspitzenpielraum zwischen den Laufschaufelspitzen und der Elektrode an der Gehäuseauskleidung ab.

In den Fig. 1 bis 3 ist die Elektrode 16 in der Gehäuseauskleidung eine dünne leitfähige Einlage, die über einen leitfähigen Stift 24 mit dem Koaxialkabel 18 elektrisch verbunden ist. Der Stift 24 ist durch eine keramische Isolierhülse 26 gegen die Gehäuseauskleidung elektrisch isoliert. Alternativ dazu kann das Kabel so verlängert sein, daß der Mittelleiter des Koaxialkabels direkt mit der Elektrode verbunden ist. Die leitfähige, die Elektrode bildende Einlage kann aus Platin mit 10% Rhodium bestehen.

Der Schaufelspitzenpielraum-Fühler kann zuerst außerhalb der Turbomaschine geeicht werden, um einen bestimmten Zusammenhang zwischen Schaufelspitzenpielraum und Kapazität zu erhalten, und kann dann in einer üblichen Gehäuseauskleidung in der Turbomaschine installiert werden. Statt eines Gleichspannungspotentials kann eine FM-Spannung Anwendung finden, wenn ein tri-axiales Kabel benutzt wird. Die elektrische

Schaltung zur Darstellung des Schaufelspitzenpielraums wird hier nicht beschrieben, da sie bereits an sich bekannt ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 ist die Elektrode, die in Fig. 2 als dünne Einlage vorliegt, durch eine aufgesprühte Elektrode 28 ersetzt. Die Bezeichnung "Gehäuseauskleidung" meint irgendeine Gehäuseform, die einen etwa kreisrunden Strömungskanal begrenzt, der einen Laufschaufelkranz umschließt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

19.05.88

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

Fig. 1: 1: 1: 6  
38 15 208  
G 01 B 7/14  
4. Mai 1988  
8. Dezember 1988

3815208

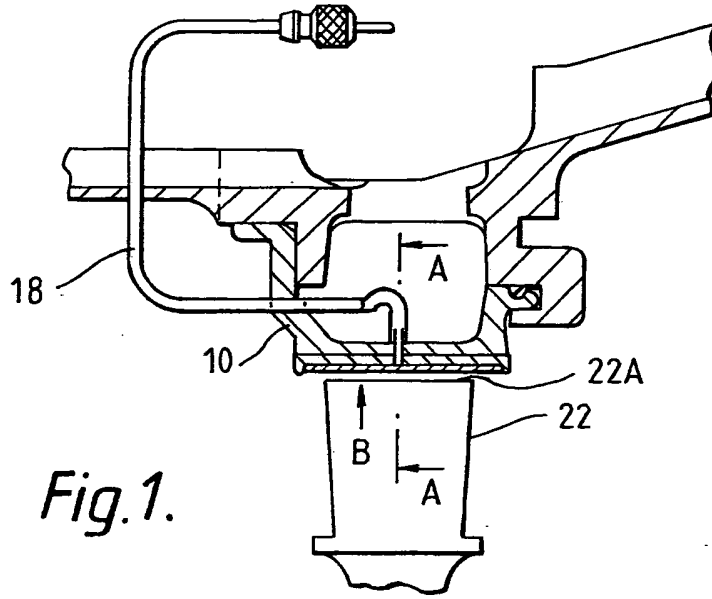


Fig. 1.

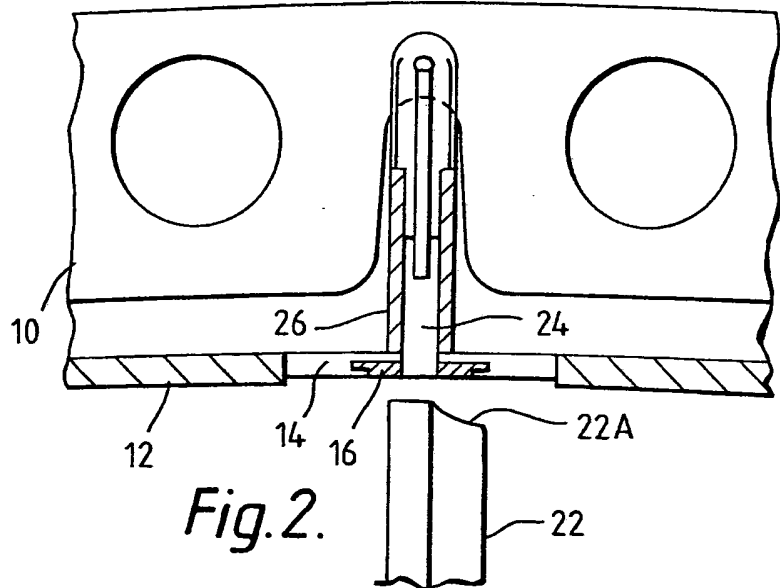


Fig. 2.

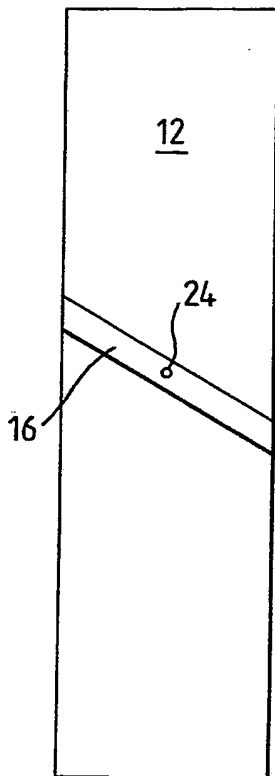


Fig. 3.

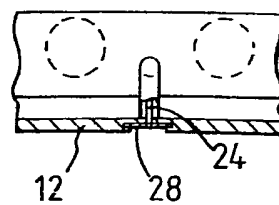


Fig. 4.